

生産林における生物多様性と炭素貯留の両立

—バイオマス炭素広域把握を強調して—

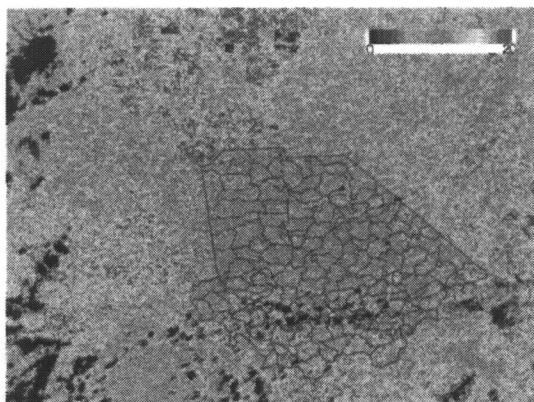
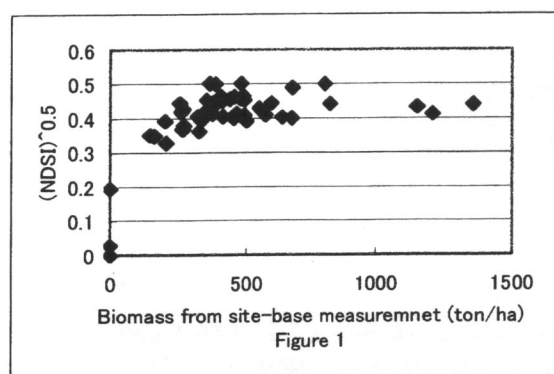
北山兼弘・中園悦子・清野達之（京大・生態研）

私たちが昨年から研究を進めている Deramakot 商業林保護区は、90 年代当初から低インパクト伐採を行い、森林認証が認められている数少ない熱帯林である。この各施業区（FMU: Forest Management Unit）は州政府が管理主体となっているため、低インパクトの導入にあたっては伐採の高コストは度外視された経緯がある。しかし、現在はここから生産される材はオークションにおいて高価格で取り引きされ、現在のレベルの「森林認証への需要」が続けば低インパクト伐採は十分に成り立つと考えられる。しかし、認証される森林が増えれば、値崩れする危険が十分にある。デラマコットのような低インパクトの生産林、あるいは重度の伐採影響を受けた生産林は、サバ州の景観の大部分を占め、その面積は 300 万 ha に及ぶと見積もられる。したがって、機動性の高い大型動物や鳥類を中心にした野生動物の主要な生息地は生産林といっても過言ではない。生産林の「持続的」な管理が多様性保護の成否に関わってくる。一方、先に述べたように各 FMU の管理主体には生産林での生物多様性を資源とみなす意識が徐々に浸透しつつある。このような現状で、京都議定書の発効は今後生産林の動向に大きな影響を及ぼすと考えられる。1 つは CDM を通した影響、2 つ目は Annex 1 先進国内での森林保護を通しての波及影響である。以上が熱帯生産林の現状と言える。このような生産林を持続的に管理し、木材生産を許容しつつ、生物多様性の保護を達成することは可能であろうか？ 1 つの可能性が、炭素クレジットを生産林の森林認証に持ち込むことである。炭素はこれまで水や空気とおなじ無価値の commodity であったが、国連の気候変動枠組み条約の発効以降に、経済的な価値のある commodity としての見方が確立された。生産林における炭素には現在この炭素クレジットは与えられていないが、第 2 試行期間には生産林や保護林にも炭素クレジットが与えられるべきである。また、炭素クレジットが与えられることにより、熱帯生産林には新たな資源価値が発生し、そこから生産される木材にもあらたな経済価値が付与されることになる。また、炭素を長期的に維持するための生物多様性の機能を生態学的に示すことができれば、さらに大きな価値付けを生産林に付与することが可能となる。生産林における広域の炭素貯留量把握は 1) クレジットの評価、及び 2) 資源保有者の所有意識の改善、の上から必要となる。

このような背景で、私たちはリモートセンシング技術を活用した炭素量把握を、Deramakot 保護区とそれに隣接する Tangkulap 商業林保護区において行った。Tangkulap 商業林保護区では、従来型の破壊的な伐採が行われ、残存する森林構造は Deramakot と対照的である。これらの場所に、多数の地上プロットを張り（主に 10 x 100m）、胸高直径 10cm 以上の樹木の毎木調査を行った。毎木データに相対成長関係式（武生らの要旨を参照）を適用し、各プロットの地上部バイオマス量を推定した。各プロットの 4 角では GPS により緯度経度の測定を行った。Landsat ETM（2002 年撮影）上に各プロットを投影し、地上バイオマスと分光反射特性との関係を解析した。使用したプロットの数 41 である。その結果、band 4 と 5 の分光反射を正規化した指数 NDSI が最も高い相関関係を示したので、この指数を用いてバイオマスの外挿を行った。地上バイオマスと NDSI の関係は以下のものである：

$$\text{Biomass(ton/ha)} = 1040.5 \times (\text{NDSI})^{0.5} - 78.885 \quad (\text{式 1})$$

しかし、バイオマス 500 (ton/ha)以上では下図左のように NDSI が飽和する傾向にあり、高材積の森林はバイオマスが過小評価されてしまう。これを補正するために、以下の作業を行った。すなわち、ある画素に対し『その周囲の画素 25 個内のばらつきの数 (F)』を定義し (下図右)、その値が小さい場合を伐採が入らない原生林 (つまり高材積の森林) と仮定し、次のような補正を行った。1) $(NDSI)^{0.5}$ が 0.4 以下の場合、Biomass の値は (1) 式に従う。2) それ以上の場合、 $F \leq 4$ の場合は推定値に 200、 $F \leq 6$ では 150、 $F=7$ では 100、 $F=8$ では 50 と、それぞれ値を足した。また、画像内の雲の影響を除去するため、雲の輪郭線を Vector として作成し、目視で判読して、対応する画素を計算から除くようにした。



このようにして推定した地上バイオマスの 50%が炭素と仮定し、地上炭素密度 (ton/ha)を算定した。Deramakot では 134 ある林班 (compartment) 毎に炭素密度を計算し林班間の平均をとった。Tangkulap では、3000m 毎に map grid を発生させ、その交点を中心にして 300 x 300m の画素の炭素密度を計算し、平均をとった。その結果、低インパクト伐採の行われている Deramakot での地上炭素密度は 194 ± 34 (ton/ha)であり、重度の伐採が入った Tangkulap では 133 ± 16 (ton/ha)であった。それぞれの施業区では、林班毎に伐採量や伐採後経過年数が異なり、植生回復の影響が入っているので直接的な比較はできないかもしれない。しかし、20 万 ha 以上の広大な面積の比較をしているので、林班間の植生回復の影響は 2 施業区間で均質化されていると思われる。伐採方法の違いが、平均 60 (ton/ha)の地上炭素密度の違いをもたらしていると結論する。

このような炭素貯留の違いが木材価格にも反映されるべきであり、このようなメカニズムを通して生物多様性の保護が保証されることが望まれる。